

УДК 624.1

Кравець В.Г., д.т.н., проф., Зайченко С.В., к.т.н., доц., Вовк О.А., к.т.н., доц., Йожиков А.В., студ. гр. ОС-31м.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна.

ФОРМУВАННЯ ГЕОТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИКОНТУРНИХ ГРУНТОВИХ МАСИВІВ ПІДЗЕМНОГО ТУНЕЛЮ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИМ МЕТОДОМ

Будівництво підземних споруд і тунелів є пріоритетним напрямком розвитку для великих міст, поверхня яких щільно забудована будівлями та об'єктами міської інфраструктури. При проведенні аналізу процесів зведення тунелів закритим способом можна відзначити, що технології будівництва тунелів мають ряд недоліків (підвищені витрати на матеріали, високу енергоємність і трудомісткість, низька якість ущільнення обробки і т.д.), які істотно знижують техніко-економічні показники та експлуатаційні властивості споруд. У той же час у світі йде розвиток підземного будівництва шляхом застосування технологій, заснованих на використанні потенційної несучої здатності гірського масиву, які дозволяють підвищити якісні показники споруд за рахунок формування нових геотехнічних властивостей прилеглих ґрунтових масивів.

Процес перетворення ґрунтів поширеними методами (струменевого цементациєю, трамбуванням, вибухом, термічною обробкою) супроводжується значними витратами матеріалів і енергії з малою часткою корисної дії. Причина великих витрат енергії та ресурсів полягає в сутності хімічних і фізичних процесів, які покладені в основу зазначених методів обробки ґрунтових масивів. Напрями розвитку будівництва підземних об'єктів повинні базуватися на сучасних енергоефективних і ресурсозберігаючих технологіях, а також процесах формування фізико-механічних властивостей ґрунтових масивів. Використовувати кращі досягнення наявних методів формування геотехнічних властивостей гірських масивів можливо за рахунок застосування більш технологічних способів впливу на ґрунти, зокрема технології електрохімічної обробки. Сутність якої полягає в пропущенні через ґрунт постійного електричного струму, а також введення електроліту, використання якого призводить до цілого ряду фізико-хімічних процесів, що ведуть до осушення і зміцнення ґрунту. Застосування електрохімічної обробки для зміни міцнісних і деформаційних характеристик глинистих ґрунтів знайшло своє застосування при зведенні наземних споруд [1, 2]. Враховуючи те, що електрохімічна обробка є ефективним способом зміцнення глинистих ґрунтів при цьому, не вимагає застосування складного обладнання, її застосування являє собою

інтерес при зведенні підземних споруд, зокрема при стабілізації властивостей прилеглих ґрунтових масивів тунелів.

При дослідженні електрохімічних процесів що проходять в ґрунтах прикладами, яких є електрохімічна обробка ґрунтів або катодний захист підземних споруд, необхідне рішення задачі встановлює взаємозв'язок основних технологічних параметрів геотехнічної системи, а саме, розподіл напружень вздовж електродів і в займаному ними обсязі [3]. Відмінною особливістю застосування електрохімічної обробки є формування нових геотехнічних властивостей ґрунтових масивів для максимально можливого обсягу, що дозволить максимально перерозподілити напруги від впливу навантажень. Для умов підземного будівництва це можливо за рахунок подачі одного з полюсів на щит і розташування одного з електродів уздовж осі тунелю (рис. 1). З цілю досягнення максимальної щільності ґрунту по контуру обробки тунелю для анода використовується корпус щита, а для катода (дренажу) використовується перфорована металева труба. З метою поліпшення триботехнічних характеристик системи щит-ґрунт, можлива комутація полярностей однак при цьому потрібні додаткові заходи щодо гідроізоляції та відведення води.

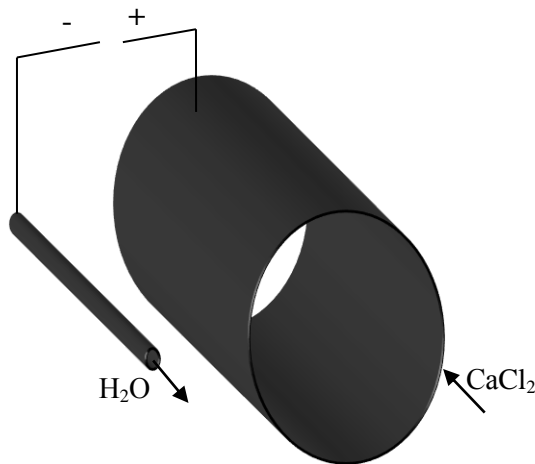


Рис. 1 Схема електрохімічної обробки приконтурних ґрунтових шарів тунелю

Для визначення параметрів розподілу електричного поля застосуємо відоме рішення для двох металевих циліндрів, що знаходяться під дією постійної напруги U з різними радіусами r_1, r_2 осі, яких розташовані на відстані d (рис. 2).

Для визначення напруги в точці M розглянемо масив з перерізом $24\text{ м} \times 24\text{ м}$ в декартовій системі $x'oy'$ з центрами дренажної свердловини $C(6; 12)$ і осі щита $B(6+d; 12)$. Напруження в точці M :

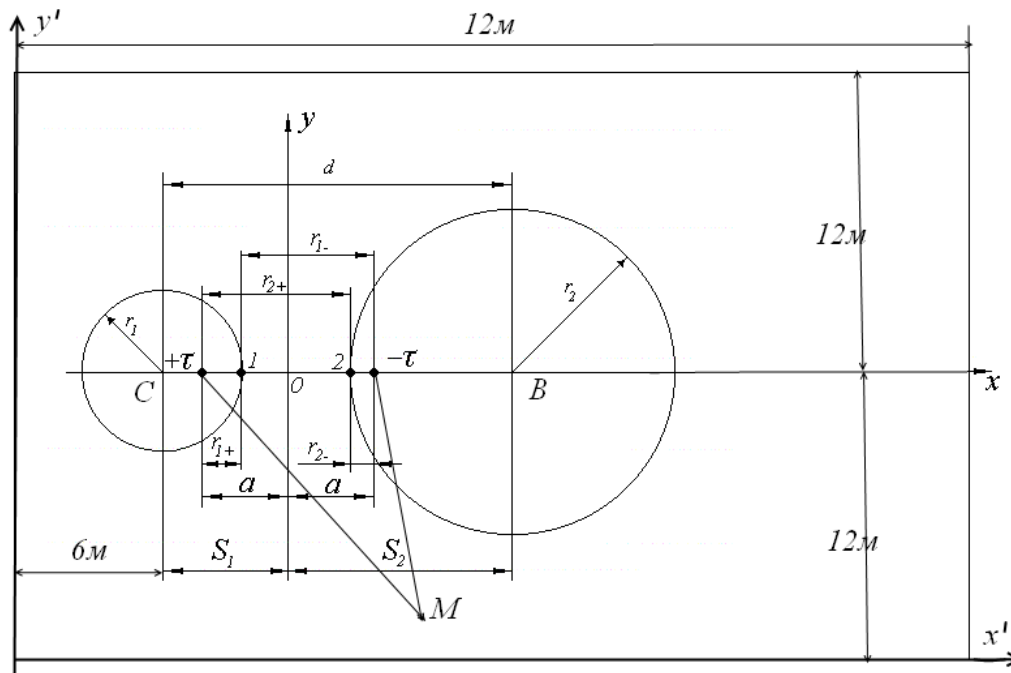


Рис. 2 Схема розрахунку напруженості між щитом і електродом

Для визначення напруги в точці M розглянемо масив з перерізом $24m \times 24m$ в декартовій системі $x'o'y'$ з центрами дренажної свердловини $C(6; 12)$ і осі щита $B(6+d; 12)$. Напруження в точці M :

$$E_M = \frac{\tau a}{\pi \epsilon \epsilon_0 \sqrt{(x' - (6 + r_1 - r_{1+}))^2 + (y' - 12)^2} \sqrt{(x' - (6 + d - r_2 + r_{2-}))^2 + (y' - 12)^2}},$$

де τ - лінійна щільність заряду; a - половина відстані між електричними осями $+\tau$ і $-\tau$; ϵ_0 - електрична постійна; ϵ - відносна діелектрична проникність.

На рис. 3 наведено розподіл напруги навколо виробки при застосуванні одного - a , двох - b , трьох - v і чотирьох - z електродів. Досвід використання електрохімічної обробки для збільшення міцних показників показує, що мінімальне значення напруги при якому протікає процес дорівнює $U_{min} = 0,2$ В/см. Для зображення площі електрохімічної обробки на рис. 3 значення розподілу напруги обмежено до U_{min} .

Аналіз наведених графіків свідчить про недоцільність застосування одно-, двох катодного схеми (рис. 3, а, б) обробки з причини часткової зміни властивостей ґрунтів по контуру виробки. При застосуванні трьох і більше катодів досягається повна обробка прилеглого контуру, що дозволить істотно підвищити міцнісні властивості ґрунтів і як наслідок зменшити осадку і деформації підземного тунелю.

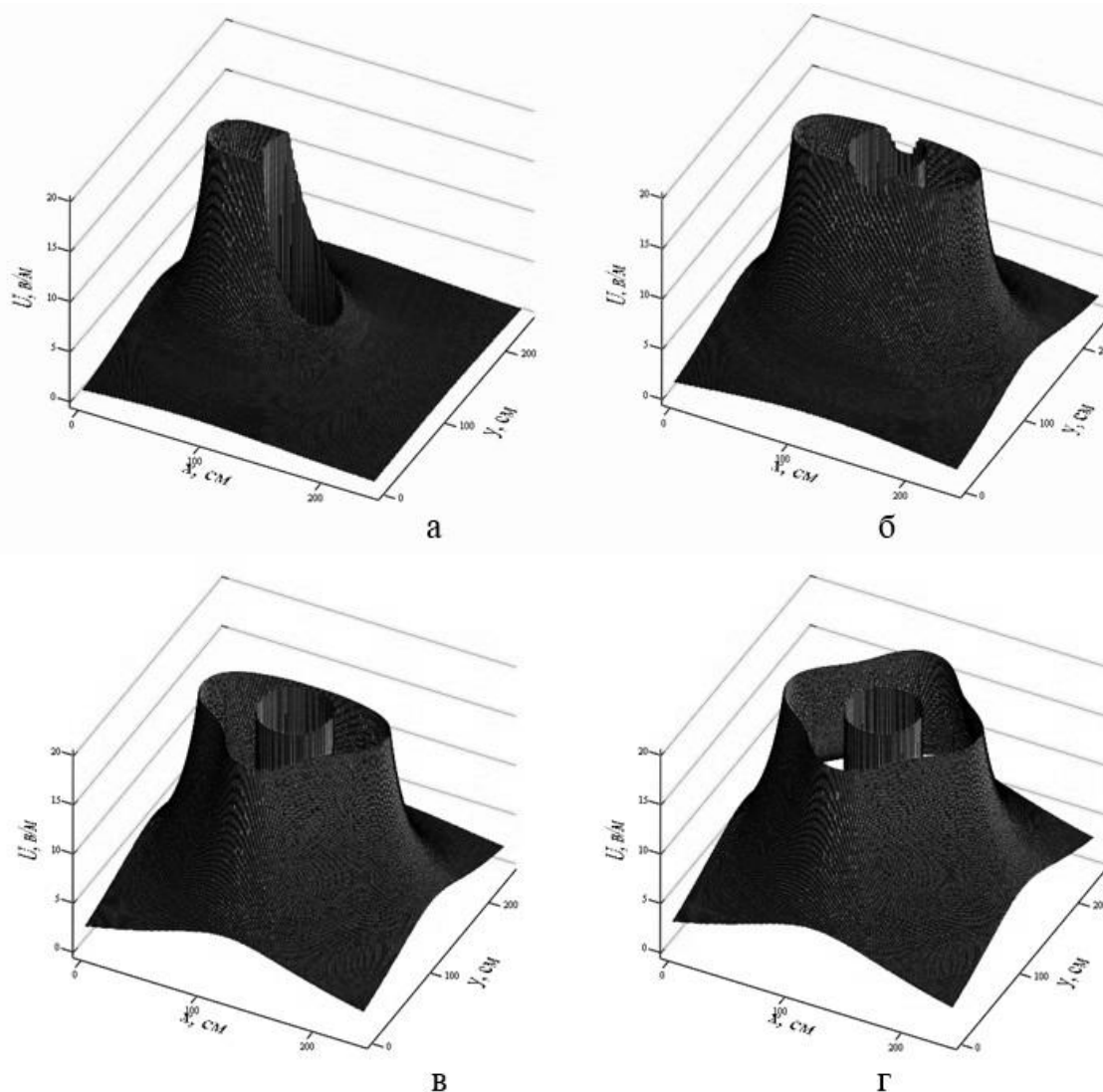


Рис. 3 Розподіл напруги при різній кількості електродів

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Жинкин, Г. Н. Электрохимическая обработка глинистых грунтов в основаниях сооружений / Г. Н. Жинкин, В. Ф. Калганов. М.: Стройиздат. - 1980.- 164 с.
2. Способы и устройства электрохимического закрепления неустойчивых грунтов (аналитический обзор) / О. В. Серова, А. А. Смирнова; под ред. С. М. Простова ; ГУ КузГТУ; РАЕН (ЗСО). Кемерово. - 2009. - 212 с.
3. Бекман В. Катодная защита: справочник: пер. с нем. / В. Бекман; пер. Е. К. Бухман; ред. пер. И. В. Стрижевский. - М. : Metallurgiya, 1992. - 176 с.